

空調冷凍技術者를 위한 센서應用計測(2)

Applied Sensor Measurements for Air Conditioning and Refrigerating Engineers(2)

韓 應 教*
Eung Kyo Han

(5) 制御와 센서

人間에 의한 제어와 기계에 의한 自動制御에서 공통적으로 볼 수 있는 것은 制御對象의 狀況을 관측하고, 목표로 하는 狀態와 비교하는 것이다. 이것을 피이드백(feedback)이라 한다. 여기서 피이드(feed)라는 말은 본래 음식을 준다든가, 공급한다는 뜻이며, 피이드백에서 신호를 입력측에 돌려주어 공급한다는 것을 나타낸다.

피이드백이 없는 제어도 사용되고 있지만, 일반적으로 정밀한 제어를 하거나 확실한 제어를 하려면 피이드백이 불가결하다.

이와 같은 피이드백을 구성하는 데에 있어서 가장 중요한 要素는 검출기이다. 제어대상 상태를 쉽고 정확하게 검출하는 것이 피이드백을 갖는 제어계를 구성할 때의 要點이다. 검출기는 제어하는 대상과 그 상황에 따라 여러가지 형태의 것이 사용되며, 그 物理量에 感應하는 부분을 센서라고 한다.

우선 로봇에 대한 예를 들면, 각 관절의 각도, 속도 또는 손목부의 자세와 핸드부의 힘 등이 센서에서 검출할 수 있는 물리량이며, 피이드백이라는 量이 된다.

그림 2-1의 자동제어 시스템에서 제어대상의 상황을 검출하는 검출부가 센서이며 목표로 하는 신호와 검출신호와의 편차를 구하여 비교하

는 部分이 減算回路 또는 컴퓨터이다. 또한, 비교의 결과에 의하여 제어대상을 움직이게 하는 조작부는 모터와 電磁 솔레노이드(Solenoid) 등이다.

이런 경우 자동제어를 기능면에서 살펴보면 그림 2-2의 3개의 원으로 이루어진다. 이를테면, (1)제어를 위한 콘트롤러, (2)감각으로서의 센서, 그리고 (3)동작을 주체로 하는 메카니즘(mechanism)이다. 이러한 세 개의 기본 요소간의 관계는 검출, 처리, 구동으로 이어져

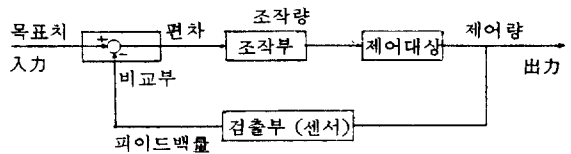


그림 2-1 자동제어 시스템의 일반형

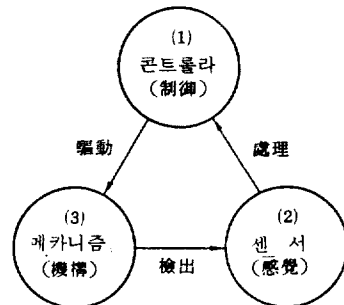


그림 2-2 制御機能의 基本要素

* 정희원, 한양대학 정밀기계공학과

있다. 세 개의 요소가 균형있게 잘 발전되어 구성됨에 따라 高度의 自動制御系가 만들어진다.

센서의 정의는 명확하게 정해져 있지 않지만, 「대상으로 하는 물리현상을 검출하여 처리할 수 있는 신호로 변환하는 요소」라고 하는 것이 가능하다. 변환후의 물리량으로는 사용하기 편리한 電氣信號가 많이 사용되고 있다.

예를 들면, 인간의 눈에 대응하는 빛의 신호를 전기신호로 변환하는 센서, 피부감각에 대응하는 壓力신호를 전기신호를 변환하는 센서 등이 있다. 또한, 인간이 감지할 수 없는 電磁波, 초음파, 적외선 등의 센서도 사용된다.

센서와 같은 뜻으로 자주 사용되는 용어로 트랜스듀서(transducer)가 있다. 이것은 對象의 에너지 신호를 다른 에너지 신호로 변환하

表 2-1 各種 變換素子와 應用

物理量	計 測 量	變 換 素 子 的 例	應 用
光	明暗度	포토틀랜지스터·포토다이오드, Cds	物體檢出, 近接
	色線面	칼라센서, 칼라TV카메라 라인이미지센서, 포토다이오드 어레이 면적이미지센서, ITV카메라	色の 判別 位置決定, 幅의 制御 패턴認識, 物體計測
機械量	接 觸	마이크로 스위치	物體檢出, 位置決
	變 位	差動變壓器, 空氣마이크로미터	位置決定
	回轉變位	포텐티오미터, 엔코더	角度決定
	速 度	타코미터	速度制御, 特性補償
	加速度 壓 力	가속도계, 진동센서 압전素子, 스트레인게이지, 로드셀	加速度制御, 振動計測 壓力計測, 力制御
音	音 聲	마이크로폰	音聲認識
	超音波	超音波 트랜스미터, 리시이버	距離計測, 障害物發見
溫 度	溫 度	더어미스터, 熱電對, 感溫磁性體	溫度制御
	濕 度	더어모 카메라 感濕세라믹	熱의 分布計測 濕度制御
化 學	氣體組成	가스센서, 光센서	分析, 警報器
	液體組成	pH計, 濃度計	分析
電磁氣	磁束, 磁界	홀素子, 磁氣抵抗素子	磁氣計測, 機械量計測
	電流, 電壓	(直接利用)	電氣計測, 機械量計測
	인덕탄스, 靜電容量	(電壓·電流檢出器)	電氣計測, 機械量計測

分解能 (Resolution : resolving power)

近接되어 있는 2 개의 物理量을 區別할 수 있는 最小量을 말하며 計測器에 있어서는 近接한 物理量을 指示로 하여금 分間할 수 있는 最小의 測定量의 變化를 말한다.

예를들면 8bit의 A/D變換器(Converter)에서 0~5V의 變壓을 Digital量으로 變換할때 그 分解能은 1/256이며, 電壓값으로 하면 19.5mV가 된다.

기계제어에 사용되는 센서의 分解能은 要求되는 **精度 즉 最大許容 오차의 1/2以下로 해야만 된다.

**[精度]에 대한 解釋

精度의 表現을 우리말로 發音이 程度하고 一致되어 精度를 精密度로만 一邊倒로 하는것은 잘못이며 오차의 종류가 크게 2가지로서 系統오차는 正確도와 關係되고 偶然오차는 精密度로 關聯됨으로써 精度의 뜻은 正確性 또는 精密性이 되고 同時에 精密正確性으로 表現할 수 있어 정도(精度)로 表示하든가 또는 좀 表現이 길지만 精密正確度로 表示하는 것이 좋다고 생각한다.

는 요소로서 정의되지만, 센서와의 구별은 그런 정도로는 명확하지 않고, 통합하여 센서·트랜스듀서라 부르기도 한다. 여기에서는 검출요소로서 센서를 통일적으로 사용하기로 한다.

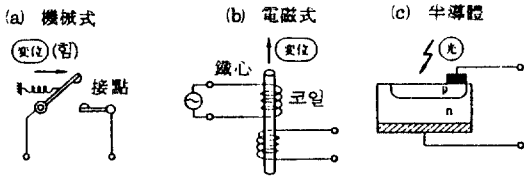


그림 2-3 各種 센서의 形態

센서에서는 그림 2-3에 표시한 것과 같이 스위치를 사용한 순수한 기계적 작용을 이용한 것, 코일을 사용한 電磁氣的 作用을 이용한 것, 포토트랜지스터를 사용한 반도체의 특성을 이용한 것 등이 있다. 이런 센서들을 검출하는 물리량에 따라 분류하여 보면, 표 2-1과 같다.

(6) 센서와 마이크로 컴퓨터

마이크로 電氣電子 技術의 발전과 더불어 센서의 技術도 변화하고 있다. 한 예로, 반도체 센서의 技術이 진행됨에 따라 센서가 小型化, 高感度化되는 것을 들 수 있다. 다른 예로는 마이크로 컴퓨터 技術에 따라 센서의 신호처리가 고속화, 고도화된 것도 큰 요인으로 작용하였다.

반도체는 외부환경, 예를 들면, 빛과 열 등의 영향을 받기 쉬운 물질이다. 이런 성질을 逆利用하여 센서를 구성할 수 있으며, 반도체에 의한 光센서, 온도센서, 磁氣센서, 스트레인센서, 가스센서 등을 만들 수 있다.

일반적으로 센서 자체로부터의 신호는 필요한 정보외에도 다른 물리량과 노이즈의 영향을 받게 된다. 또한, 영점이동(zero drift)과 입력과 출력이 직선관계를 이루지 않는 것으로부터의 영향이 직접 드러나게 되는 경우가 많다. 그래서, 마이크로 컴퓨터의 데이터 처리 능력을 이용하면 바르게 그리고 사용하기 쉽게 정보를 얻게 된다. 이와 같은 센서 정보처리가 전용적으로 사용되는 마이크로 프로세서라 한다. 센서의 정보처리와 기본적인 제어의

策을 포함하는 마이크로 프로세서를 이용하여 처리하는 시스템은 그림 2-4와 같다.

이상에서 서술한 바와 같이, 센서를 이용하고자 할 때는 제어의 개념이 가장 중요한 要點이 된다. 그 때문에 정보처리장치와 제어장치로 하는 회로와 컴퓨터도 센서와 같이 중요한 것이라는 점을 알 수 있다.

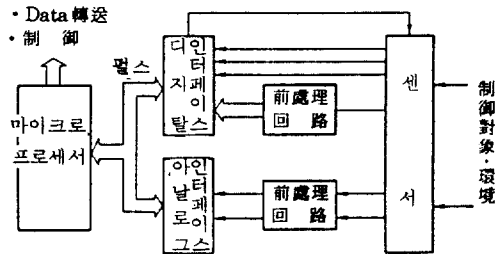


그림 2-4 마이크로 프로세스에 의한 센서 처리계

여기에서는 이와 같은 관점에서 기계적인 물량의 검출을 위한 센서를 중심으로 하여 센서소자와 그의 제어응용에 관해서 서술하고자 한다. 다음 章부터는 센서제어의 기본적인 고찰 방향과 문제점에 관해서 설명한다. 다음에는 기계량 검출을 위한 센서의 원리 및 특성을 표시하고, 신호처리를 위한 하드웨어 회로의 문제, 마이크로 프로세서에 의한 처리, 그리고 제어에 있어서 인터페이스회로와 소프트웨어에 관해서 서술한다. 또한, 센서의 응용예로서 공기조화의 센서제어 시스템에 관해서도 취급하기로 한다.

3. 센서제어에 관한 문제점

특히 공기조화 등에 있어서 온도, 습도 등을 一定하게 조정해야 되는 경우 즉, 제어대상에 센서를 부착하여 피드백을 해서 조작할 때 몇 가지 유의할 문제점을 다음과 같이 기술하고자 한다.

3.1 센서제어에 要求되는 技術

우선, 기계제어에 있어서 要求되는 技術로서는 센서를 中心으로 생각할 때 다음 세 가지를 지적할 수가 있다.

- (1) 필요한 物理量을 檢出 變換하는 技術

(2) 필요한 정보를 選出 處理하는 기술

(3) 적절한 제어를 하는 제어기술

(1)에서는 센서 그 자체에 관하여 기술한 것이며, 더욱 세심하게 고찰하여 ①어떤 物理量을 選出할 것인가, ②어떤 원리의 센서를 이용할 것인가, ③어디에 센서를 부착할 것인가 라는 문제를 들 수 있다.

센서에는, (a) 직접 물리현상을 이용하여 정보를 얻는 경우와, (b) 일단 다른 현상으로 변환하여 감지하는 경우가 있다. 이 차이를 그림으로 나타내면 그림 2-5 와 같다. 빛, 열, 그리

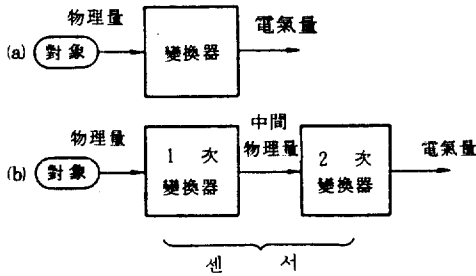


그림 2-5 센서의 物理量變換方法

고 磁氣 등의 검출에는 前者의 (a)形 센서가 많지만, 기계제어에 이용되는 센서는 後者의 (b)形이 많다. 예를 들면, 변위의 검출을 일단 자기유도결합의 상태로 변환하여 검출하는 差動變壓器와 물체의 가속도를 움직이는 추를 지지하는 보의 처짐으로 변환하여, 그것을 다시 저항선의 저항변화로 하여 검출하는 가속도계 등이 있다.

따라서 기계제어의 경우에는, 센서 자체의 원리적인 측면의 추구보다는 오히려 그것의 컴비네이션과 변환기술에 주목해야 할 것이다. 결국 ②에서 말한, 어떤 원리의 센서라는 것은 어떤 방법으로 역학정보를 전기신호로 변환하는가라는 것이다. 이것은 ③에서 말한 어디에 부착할가의 문제와 밀접한 관계가 있으며, 力學量을 제어대상의 어느 부분에서 어떤 방법으로 검출하는가 라는 문제도 있다. 이런 두가지의 문제를 따로 생각하는 것은 있을 수 없는 일이다.

이러한 점에서 센서제어를 위한 센서설계 순서를 흐름도에 나타내면 그림 2-6와 같다. 이런 설계순서를 그림 2-7과 같은 공작기계의 공구대 위치결정제어 시스템을 예를 들어 설명할 것이다.

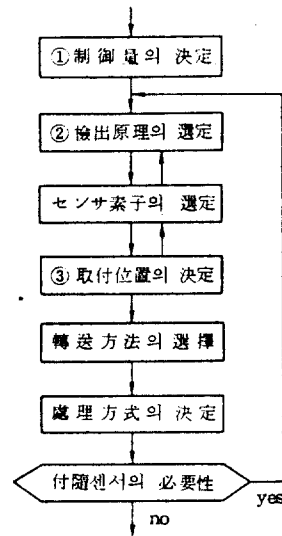


그림 2-6 센서 處理系의 設計順序

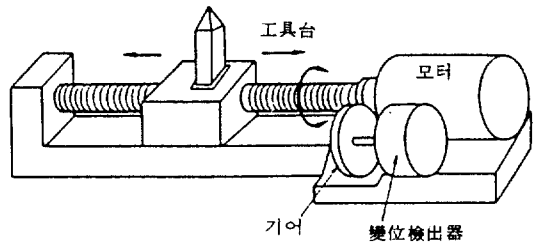


그림 2-7 工具臺의 位置制御機構의 例

우선, 제어대상에서 제어해야 할 상태(制御量)를 정한다. 이 경우는 당연히 공구대의 위치(변위)이다. 다음에는 어떤 원리의 센서를 사용하는가를 정하여 센서요소를 결정한다. 변위의 검출방법은 저항선의 저항치가 길이에 비례하는 것을 이용하는 방법, 자기결합의 정도를 점검하는 방법, 빛의 斷續數를 세는 방법 등이 있다. 처리와 신호가 아날로그 신호로 처리되는가 또는 디지털 신호로 처리되는가에 의해서도 다르게 될 것이다. 여기에서는 아날로

그식의 저항선의 저항치 변화에 의한 방식을採用하여 전위차계를 사용하기로 한다.

다음에는 이런 검출기를 어느 위치에 어떤 방식으로 부착할 것인가를 정한다. 회전형 전위차계(potentiometer)를 사용하여 모터에 대응하는 기어비와 공구대의 변위에 대응하는회전각도의 비율을 행정길이와 요구되는 精度또는 분해능으로 정한다.

그리고 이 센서에서 처리系로의 傳送方法을 정하여 처리하는 방법을 결정한다. 또한 공구대 제어에서 추종성이 좋은 제어를 하기 위해서는 변위 검출만으로 불충분하며, 공구대의 속도정보와 경우에 따라서는 힘에 관한 정보가 필요하다. 이러한 부수적인 센서의 조건을 검토하여 필요하다면 각각의 센서에 대하여먼저의 설계순서를 반복한다.

여기에 한 가지를 덧붙인다면, 센서를 多目的의形으로 하여, 다음에 서술하는 정보처리에 의해 필요한 정보를 분리하여 이용한다는 생각방식이 최근에 특히 주목되고 있다. 예를들면, 위치검출기 정보에 미분처리를 하면 속도 정보가 얻어진다고 하는 방법이 있다. 이제까지 그와같은 방법은 노이즈의 문제, 처리회로의 복잡성 등으로 많이 쓰여지지 않고 있지만, 회로기술의 진보와 마이크로 프로세서의 보급에 의하여 실현 가능하게 되었다.

더 나아가, 검출할 수 없는 상태 즉, 검출방법이 없는 경우와 센서가 부착되지 않는 경우에 관해서도 狀態觀測器(observer)의 적용보다 어느 정도의 피드백 제어를 이용할 수 있게 되어 있다. 이런 방식은 그림 2-8와 같이 나타낼 수 있다. 상태관측기는 입력신호와 출력신호로 얻어지는 상태로부터 각 부분의 상태신호를 추정하는 것이 있다. 예를 들면, 로봇트에 대응하는 이동명령신호와 각 부분의 변위 검출기로부터 제어대상과 같은 특성을 갖도록

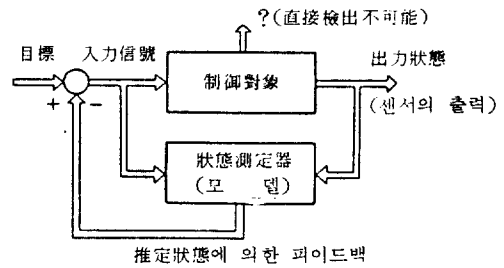


그림 2-8 狀態測定器를 이용한 피드백制御

구성하여 모델을 포함한 상태관측기를 이용해서 각 부분의 속도와 토크의 값을 추정하여 정교한 피드백제어를 할 수 있다.

위와 같이, 센서요소 자체의 개발과 함께 그것의 신호처리가 중요한 문제가 된다는 것을 이해할 수 있을 것이다.

다음에는, 공업적인 실제응용으로서 센서의 조건과 주의할 점을 들어 보도록 하자. 우선, 첫째로 환경에 대한 것이다. 공업응용에 있어서는 자주 온도, 습도, 진동, 먼지, 유해가스 등의 환경 속에서 사용된다. 이와 같이 사용되는 조건을 미리 충분히 조사해서 영향이 없도록 센서의 설계 혹은 보호를 고려하지 않으면 안된다.

다음에는 신뢰성이다. 신뢰성중에는 얻어진 데이터의 신뢰도와 센서의 안전성이 모두 중요한 문제이다.

시스템이 대규모로 되면 센서 1개의 오염출, 고장에 의하여 전체가 중대한 誤動作을 하게되어 위험하게 되는 경우도 있다. 센서의 충분한 신뢰성, 안전성, 동시에 고장시의 검출, 대책, 백업(backup)등도 고려하는 것이 필요하다.

또한, 센서 自體가 測定系를 혼란시킨다든가 센서를 부착함으로써 시스템의 特性이 악화되지 않도록 고려하지 않으면 안될 것이다.

(다음호 계속).